

SEMICONDUCTOR LASER

Patent Number: JP10004237
Publication date: 1998-01-06
Inventor(s): WADA MITSUGI
Applicant(s): FUJI PHOTO FILM CO LTD
Requested Patent: ☐ JP10004237
Application Number: JP19960155691 19960617
Priority Number(s):
IPC Classification: H01S3/18
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the reliability of a semiconductor laser under high output oscillation in a strain quantum well semiconductor laser 0.90-1.1 μ m.

SOLUTION: An n-Inx4 Ga1-x4 As1-y4 Py4 clad layer 3, an Inx3 Ga1-x As1-y Py light guide layer 4, an Inx2 Ga1-x2 As1-y Py tension strain barrier layer 5, an Inx1 Ga1-x As1-y Py compression strain active layer 6, an Inx2 Ga1-x As1-y Py tension strain barrier layer 7, an p-Inx3 Ga1-x3 As1-y3 Py3 light guide layer 8, an p-Inx4 Ga1-x4 As1-y4 Py4 clad layer 9 and an p-GaAs contact layer 10 are successively grown on an n-GaAs substrate 2. In such a constitution, the barrier layers 5, 7 have the tension strain of the strain amount compensating the compression strain of the active layer 6. Furthermore, the clad layer 3, 9 and the light guide layers 4, 8 are composed to be lattice-matched with the substrate 2.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

TOP

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-4237

(43)公開日 平成10年(1998) 1月6日

(51)Int.Cl.⁹

H 0 1 S 3/18

識別記号

片内整理番号

F I

H 0 1 S 3/18

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平8-155691

(22)出願日 平成8年(1996) 6月17日

(71)出願人 000005201

富士写真フイルム株式会社

神奈川県南足柄市中沼210番地

(72)発明者 和田 貢

神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富

士写真フイルム株式会社内

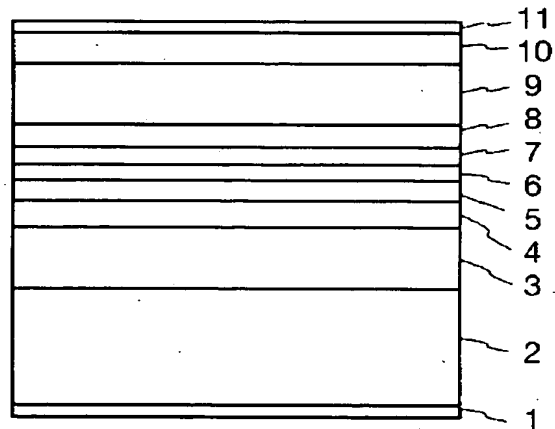
(74)代理人 弁理士 柳田 征史 (外1名)

(54)【発明の名称】 半導体レーザ

(57)【要約】

【課題】 0.90-1.1 μ m 帯の歪量子井戸半導体レーザにおいて、高出力発振下における信頼性を向上させる。

【解決手段】 n-GaAs基板2上に、n-In_{x4}Ga_{1-x4}As_{1-y4}P_{y4}クラッド層3、In_{x3}Ga_{1-x3}As_{1-y3}P_{y3}光導波層4、In_{x2}Ga_{1-x2}As_{1-y2}P_{y2}引張り歪障壁層5、In_{x1}Ga_{1-x1}As_{1-y1}P_{y1}圧縮歪活性層6、In_{x2}Ga_{1-x2}As_{1-y2}P_{y2}引張り歪障壁層7、p-In_{x3}Ga_{1-x3}As_{1-y3}P_{y3}光導波層8、p-In_{x4}Ga_{1-x4}As_{1-y4}P_{y4}クラッド層9、p-GaAsコンタクト層10を順次成長させる。障壁層5、7は、活性層6の圧縮歪を補償する歪量の引張り歪を有する。なお、クラッド層3、9および光導波層4、8は基板2に格子整合する組成である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 III-V族化合物半導体であるGaAs基板上に少なくとも第一クラッド層、第一光導波層、第一障壁層、活性層、第二障壁層、第二光導波層および第二クラッド層を順次積層させて形成するIII-V族系半導体レーザにおいて、前記第一および第二クラッド層と前記第一および第二光導波層とが前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記活性層が前記GaAs基板に対して圧縮性歪を生じる組成からなり、前記第一および第二障壁層、前記活性層の前記圧縮性歪を補償するため引張り歪を生じる組成からなり、前記第一光導波層と第一障壁層、および第二光導波層と第二障壁層のV族組成比が同一であることを特徴とするIII-V族系半導体レーザ。

【請求項2】 前記活性層の組成を $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}$ ($0 \leq x_1 \leq 1$)とし、前記第一および第二障壁層を $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}$ ($0.00 \leq x_2 \leq 0.23$, $0.04 \leq y \leq 0.50$)とし、前記第一および第二光導波層を $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y}\text{Py}$ ($x_2 < x_3 \leq 0.25$)とすることを特徴とする請求項1記載のIII-V族系半導体レーザ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は半導体レーザに関するものであり、特にIII-V族系半導体レーザの組成に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、 $0.98\mu\text{m}$ 帯の半導体レーザとしてAppl. Phys. Lett., 62(1993)1644に開示されているようなn-GaAs基板にn-InGaP クラッド層、 $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y_3}\text{Py}_3$ 光導波層、 $\text{GaAs}_{1-y_2}\text{Py}_2$ 引張り歪障壁層、 $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}$ 圧縮歪量子井戸層、 $\text{GaAs}_{1-y_2}\text{Py}_2$ 引張り歪障壁層、 $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y_3}\text{Py}_3$ 光導波層、p-InGaP クラッド層、p-GaAs キャップ層を積層してなる半導体レーザが提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし上述の構造では有機金属気相成長(MOCVD)法における結晶成長において、光導波層から引張り歪障壁層、あるいはそれらの逆の成長過程において、V族元素化合物ガス(PH_3 、 AsH_3)の切替時にPとAsの急激な置換が生じ結晶表面の状態を不安定にしてしまうため、各層間の界面を高品質で安定に再現性良くつくることができず、また、界面の上に成長する結晶の品質を落としてしまうという欠点がある。

【0004】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、高出力発振下においても信頼性の高い $0.9-1.1\mu\text{m}$ 帯の歪量子井戸型のIII-V族系半導体レーザを提供することを目的とするものである。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明のIII-V族系半導体レーザは、III-V族化合物半導体であるGaAs基板上に少なくとも第一クラッド層、第一光導波層、第一障壁層、活性層、第二障壁層、第二光導波層および第二クラッド層を順次積層させて形成するIII-V族系半導体レーザにおいて、前記第一および第二クラッド層と前記第一および第二光導波層とが前記GaAs基板に格子整合する組成からなり、前記活性層が前記GaAs基板に対して圧縮性歪を生じる組成からなり、前記第一および第二障壁層、前記活性層の前記圧縮性歪を補償するため引張り歪を生じる組成からなり、前記第一光導波層と第一障壁層、および第二光導波層と第二障壁層のV族組成比が同一であることを特徴とするものである。

【0006】前記半導体レーザにおいて、前記活性層の組成を $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}$ ($0 \leq x_1 \leq 1$)とし、前記第一および第二障壁層を $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}_{1-y}\text{Py}$ ($0.00 \leq x_2 \leq 0.23$, $0.04 \leq y \leq 0.50$)とし、前記第一および第二光導波層を $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y}\text{Py}$ ($x_2 < x_3 \leq 0.25$)とすることが好ましい。

【0007】

【発明の効果】本発明のIII-V族系半導体レーザでは、引張り歪障壁層により圧縮性歪活性層の歪が補償されるため信頼性の向上が期待できる。

【0008】また、光導波層と引張り歪障壁層とのV族組成比を同一としていることにより、MOCVD法での成長の際、光導波層と引張り歪障壁層間でV族元素化合物ガスの切替の必要がないために、界面での成長中断時間を短縮することができ、界面に欠陥を発生させずにレーザ構造を作成することができ、また、界面および界面の上に成長する結晶の品質を向上させることができ、結果として素子の信頼性を向上することができる。

【0009】一般に、半導体レーザ作製の半導体各層の組成を決定するためには図2に示すような組成図(III-V族半導体混晶: コロナ出版)が用いられる。図2には、組成図に合わせて、等バンドギャップ線(実線)、等格子定数線(破線)各成長温度におけるミシビリティギャップ(一点鎖線)を示す。例えば、光導波層およびクラッド層はGaAs基板に格子整合する組成比、すなわち等格子定数線0.0%で示される破線上の組成比をとり、そのとり得る範囲は成長温度に依存するミシビリティギャップとの関係で定められる。本発明の半導体レーザにおいては、光導波層と引張り歪障壁層とのV族組成比が同一であり、III族組成比が $x_2 < x_3$ であることから、図2から明らかなように引張り歪障壁層のバンドギャップが光導波層のバンドギャップより高いものとなるため、発光効率および発振閾値電流の温度依存性を小さくすることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態を図面を用いて説明する。

【0011】図1は、本発明の一実施の形態を示すもの

である。III族原料となる有機金属として、トリメチルガリウム(TMG)およびトリメチルインジウム(TM I)を用い、V族原料となる水素化合物ガスとして AsH_3 、 PH_3 を用いるMOCVD装置によりn-GaAs基板2上に、 $\text{n-In}_{x_4}\text{Ga}_{1-x_4}\text{As}_{1-y_4}\text{P}_{y_4}$ クラッド層3($0 \leq x_4 \leq 1$, $0 \leq y_4 \leq 1$)、 $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y_3}\text{P}_{y_3}$ 光導波層4($x_2 \leq x_3 \leq 0.25$, $0.04 \leq y \leq 0.50$)、 $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}_{1-y_2}\text{P}_{y_2}$ 引張り歪障壁層5($x_2 \leq x_3 \leq 0.25$)、 $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}_{1-y_1}\text{P}_{y_1}$ 圧縮歪量子井戸活性層6($0 \leq x_1 \leq 1$)、 $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}_{1-y_2}\text{P}_{y_2}$ 引張り歪障壁層7、 $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y_3}\text{P}_{y_3}$ 光導波層8、 $\text{p-In}_{x_4}\text{Ga}_{1-x_4}\text{As}_{1-y_4}\text{P}_{y_4}$ クラッド層9、 p-GaAs コンタクト層10を順次成長させる。なお、組成の範囲は図2の組成図を用い、700℃で成長する際のミシビリティギャップを考慮して定めている。

【0012】クラッド層3、9および光導波層4、8はGaAs基板2に格子整合する組成とする。量子井戸活性層6の歪を補償する引張り歪障壁層5、7の厚みは結晶成長中に転位等の欠陥を発生させない厚みに設定し、引張り歪障壁層5、7の歪量は、活性層6を挟む2層で量子井戸活性層6の圧縮歪を補償するように設定する。この際、光導波層と引張り歪障壁層でV族のAs、Pの組成が同じであるから、MOCVD成長においてそれぞれの原料となる AsH_3 、 PH_3 のV族原料を切り換える必要がないために、安定に各ヘテロ界面を形成することが可能となる。

【0013】その後基板2とコンタクト層10とのそれぞれに金属電極1、11を形成して半導体レーザを完成する。

【0014】上記実施の形態では、単純なダブルヘテロ構造の形成のみ記載しているが、これらの構成に通常の

フォトリソグラフィーやエッチングによる加工を行い屈折率導波機構付き半導体レーザ、回折格子付きの半導体レーザや光集積回路の作製にも用いることが可能である。

【0015】上記実施の形態では特に量子井戸が単一で、光導波層組成が一定のSQW-SCHと呼ばれる構造を示したが、SQWの代わりに量子井戸を複数とするMQWであってもよい。

【0016】また、発振する波長帯に関しては、前記 $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}_{1-y_1}\text{P}_{y_1}$ 活性層により、 $900\text{nm} < \lambda < 1100\text{nm}$ の範囲までの制御が可能である。

【0017】また、クラッド層の組成はGaAsに格子整合する InGaP あるいは AlGaAs でもよい。なお、成長法として、固体あるいはガスを原料とする分子線エピタキシャル成長法を用いてもよい。

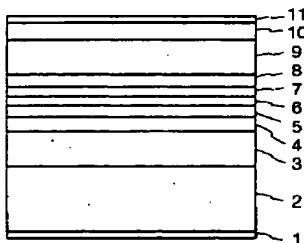
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体レーザ素子断面概略図

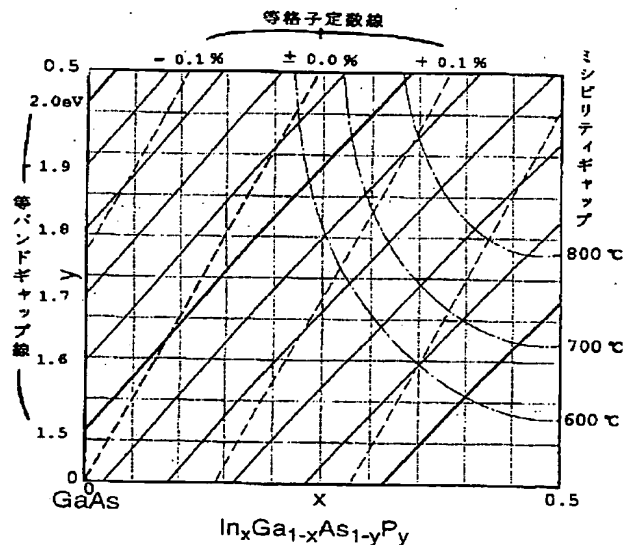
【符号の説明】

- 1 n側電極
- 2 n-GaAs基板
- 3 $\text{n-In}_{x_4}\text{Ga}_{1-x_4}\text{As}_{1-y_4}\text{P}_{y_4}$ クラッド層
- 4 $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y_3}\text{P}_{y_3}$ 光導波層
- 5 $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}_{1-y_2}\text{P}_{y_2}$ 引張り歪障壁層
- 6 $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}_{1-y_1}\text{P}_{y_1}$ 圧縮歪量子井戸活性層
- 7 $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}_{1-y_2}\text{P}_{y_2}$ 引張り歪障壁層
- 8 $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y_3}\text{P}_{y_3}$ 光導波層
- 9 $\text{p-In}_{x_4}\text{Ga}_{1-x_4}\text{As}_{1-y_4}\text{P}_{y_4}$ クラッド層
- 10 p-GaAs コンタクト層
- 11 p側電極

【図1】



【図2】



【手続補正書】

【提出日】平成8年8月20日

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】図面の簡単な説明

【補正方法】追加

【補正内容】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体レーザ素子断面概略図

【図2】半導体原料の組成図

【符号の説明】

1 n側電極

2 n-GaAs基板
3 $n\text{-In}_{x_4}\text{Ga}_{1-x_4}\text{As}_{1-y_4}\text{P}_{y_4}$ クラッド層
4 $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y_3}\text{P}_{y_3}$ 光導波層
5 $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}_{1-y_2}\text{P}_{y_2}$ 引張り歪障壁層
6 $\text{In}_{x_1}\text{Ga}_{1-x_1}\text{As}_{1-y_1}\text{P}_{y_1}$ 圧縮歪量子井戸活性層
7 $\text{In}_{x_2}\text{Ga}_{1-x_2}\text{As}_{1-y_2}\text{P}_{y_2}$ 引張り歪障壁層
8 $\text{In}_{x_3}\text{Ga}_{1-x_3}\text{As}_{1-y_3}\text{P}_{y_3}$ 光導波層
9 $p\text{-In}_{x_4}\text{Ga}_{1-x_4}\text{As}_{1-y_4}\text{P}_{y_4}$ クラッド層
10 p-GaAs コンタクト層
11 p側電極